

基于用户体验的移动网络质量白皮书

（2020 年）

中国信息通信研究院

2020年5月

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前　言

移动网络是信息社会的基础设施，需要确保其网络质量稳定高效。2019 年，全国 4G 用户数已达 12.8 亿户，移动用户手机上网比例高达 99.1%，移动网络已渗透到日常生活的方方面面，人们对网络质量及用户体验的要求越来越高。在国内“提速降费”政策指引下，运营商也普遍重视提升网络质量以吸引用户。然而，运营商传统的网优测试普遍关注于网络覆盖率、吞吐量等宏观性能指标，在众多实际场景下，这些优越的传统指标并不能代表良好的用户体验。需要从用户日常业务体验出发，开展基于用户体验的移动网络质量评测研究。

按照工信部、国资委《关于开展深入推进宽带网络提速降费 支撑经济高质量发展 2019 专项行动的通知》（工信部联通信〔2019〕94 号）部署要求，切实推动移动网络质量提升，不断改善用户体验，中国信息通信研究院泰尔实验室在工业和信息化部信息通信发展司委托和指导下，组织专业评测团队在全国范围内首次了开展基于用户体验的移动网络质量专项评测。

本白皮书总结了基于用户体验移动网络质量评测的重要性及国内外研究现状，分析梳理了评测体系涵盖的典型评测业务及关键性能指标，研究了评测数据的统计分析及综合加权模型，重点阐述了本次移动网络质量专项评测的相关情况，包括：评测场景、评测方

案、评测排名展示、数据分析对比及原因剖析，最后结合本次评测给出合理化政策建议，指出定期开展基于用户体验网络质量专项评测的重要性。

本白皮书旨在为基于用户体验的移动网络质量评测在国内的发展提供建议和参考，也欢迎各方专家一起加入到相关研究工作中。

CAICT 中国信通院

目 录

CAICT 中国信通院

图 目 录

CAICT 中国信通院

表目录

CAICT 中国信通院


CAICT 中国信通院

一、总述

起步于 2G/3G 时代，繁荣于 4G 时代，移动互联网如今正飞速迈入 5G 时代。随着各类 App 应用层出不穷，移动互联网已渗透到普通群众日常生活的方方面面。工业和信息化部发布的《2019 年通信业统计公报》中指出：2019 年全国移动互联网接入数据流量消费高达 1220 亿 GB，相比 2018 年增长 71.6%，单用户月均数据流量（DOU）高达 7.82GB，是 2018 年的 1.69 倍，12 月当月 DOU 高达 8.59GB/户/月，位于全球前列。

移动互联网在重塑人们生活方式的同时，也在潜移默化地改变着人们的思维和行为习惯。用户体验满意度已成为衡量网络质量优劣的最重要指标。**习近平总书记在全国网络安全和信息化工作会议中指出：网信事业发展必须贯彻以人民为中心的发展思想，把增进人民福祉作为信息化发展的出发点和落脚点，让人民群众在信息化发展中有更多获得感、幸福感、安全感。2019 年 4 月，工信部、国资委联合印发《关于开展深入推进宽带网络提速降费 支撑经济高质量发展 2019 专项行动的通知》（工信部联通信〔2019〕94 号），文件要求：推动移动网络扩容升级，满足人民群众日益增长的流量需求，不断改善移动用户上网体验。**

为了保证移动网络质量的持续、稳定、高效，需要建立完善相应的移动网络质量评测体系和测试方法，其意义在于：从社会需求角度，电信网络是信息社会的基础设施，优质的网络覆盖是工业互联网、车联网等新兴产业发展的前提条件和必要基础；从政府需求角度，需要

一种有效手段把控网络质量整体动向，不断督促电信运营商持续优化网络；从群众需求角度，人们对网络质量及用户体验的要求和关注度越来越高，但缺乏专业权威渠道获取相关评测信息；从运营商需求角度，在国内“提速降费”等相关政策指引下，运营商的关注重点正逐渐过渡到比拼更为优质可靠的网络服务。

目前，常规的移动网络评测普遍关注于网络覆盖率、信号强度、吞吐量等宏观性能指标。然而大量现实案例和统计数据表明，这些网络侧性能指标的优越往往不代表良好的用户体验。亟需从用户侧日常业务体验出发，研究基于用户体验的移动网络质量评测体系，并定期开展专项评测。

CAICT 中国信通院

二、基于用户体验的移动网络质量评测体系

本章首先分析了基于用户体验网络质量评测体系建立的基本原则，并以此为依据梳理了各项典型评测业务及其关键指标要求。评测业务涵盖用户日常生活的各方面应用，包括话音业务、数据业务、视频业务以及其他典型应用业务（如即时通信、在线游戏等）。网络质量评测需要综合各种典型环境、各类典型应用及其关键指标，对相关测试结果进行综合分析以给出整体评分结果。对此，本章的第三小节分析研究了评测数据的加权合成模型。

（一）评测体系建立基本原则

评测体系从用户侧出发，以客观反映待测网络的真实用户体验为目标，在评测体系及后续测试方案中需要遵循如下原则：

1） **感知客观**。最终用户业务使用感知测试而非网络性能，不区分网络制式，以反映实际网络环境下真实的用户体验。

2） **场景真实**。从普通用户视角设计测试场景和测试用例，采用市场主流手机终端评测用户日常使用的话音、数据、视频等应用业务。

3） **评分科学**。合理规划各项评测指标的权值占比，根据用户使用习惯的改变定期迭代调整评分算法。

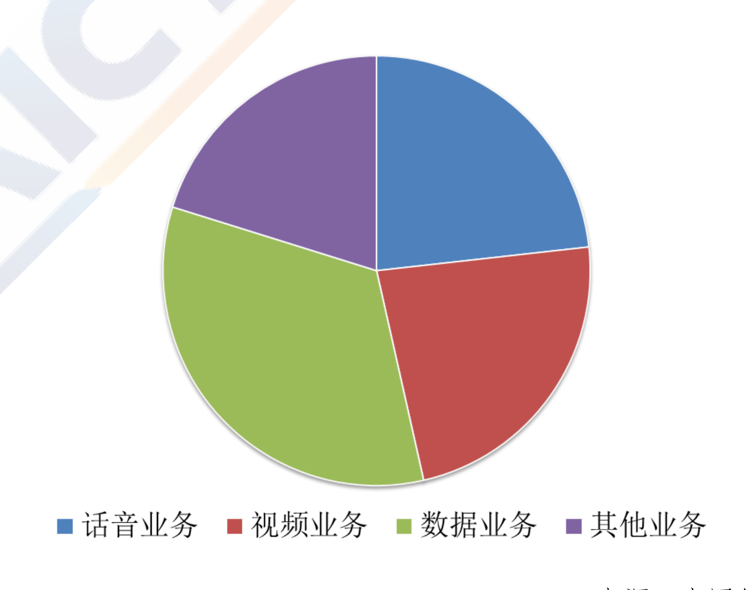
4） **公平性**。网络质量评测有时会涉及同一场景下不同运营商间，或者不同场景间的对比。此时应尽量保证时间、地点、评测用例以及设备状态的一致。

5） **公开性。**评测体系的建立应广泛听取电信运营商、业内厂商、研究机构以及广大用户的意见和反馈，各方共同努力，起草完善相关行业标准。

6） **公正性。**评测结果通常具有一定的社会影响力和用户关注度，可能会对政府主管部门、电信运营商、评测场景业主等各相关方产生积极或稍负面的影响。因此，推荐委托行业内第三方权威检测机构开展评测，以保证结果的公正性。

（二）评测业务及关键指标

为客观评估移动网络质量，真实反映用户体验。评测体系需从用户使用习惯出发，涵盖用户日常各类业务应用，包括话音业务、数据业务、视频业务、以及其他典型业务应用（例如即时通信类应用、在线游戏等）。同时为方便量化分析，需进一步提炼出各类业务的关键指标。



来源：中国信息通信研究院

图 1　评测体系涵盖各类用户典型应用

话音业务：

此处是指由运营商提供的端到端语音通话业务，既包含 2G/3G 的电路域通话，也包含 4G VoLTE 的分组域通话，但不包含诸如 Skype 之类的网络通话。话音业务的大致流程为一端发送请求、建立连接、保持通话、结束通话。其中与用户体验相关的关键指标包括：

- **接通率**，是指用户正常发起语音呼叫直至成功建立通话连接的概率。
- **掉话率**，是指用户在成功建立通话连接后由于各种网络原因通话意外中断的概率。
- **呼叫建立时间**，是指从用户端发起呼叫请求至接收到通话成功建立的反馈信息两者间的等待时长。
- **话音质量**，一般用 MoS 值表示，反映用户通话体验的直观感受，通常 5 分代表理想状态，1 分代表质量恶化到难以忍受。目前国际上有多种评测算法，较权威的是 ITU-T P.863 标准中推荐 POLQA 算法。

数据业务：

随着移动互联网产业的蓬勃发展和提速降费一系列政策的指引，数据业务异军突起。数据业务涵盖的范畴较广，通常选用网页浏览、FTP/HTTP 文件上传下载、软件测速等典型应用进行评测。其中与用户体验相关的关键指标包括：

- **网页访问成功率，**是指用户通过终端浏览器与网站服务器建立连接，并在规定时间内下载完成指定大小数据包或全部数据的概率。评测网页应尽量选取 5-10 个用户常用的主流网页。
- **网页首屏响应时间，**是指从用户发出获取网站数据请求至接收到该网站返回的数据能够占满用户终端屏幕的等待时长。
- **文件上传/下载成功率，**是指用户通过 FTP、HTTP 等方式与远端服务器建立连接，在规定时间内完成指定大小文件上传/下载的概率。
- **文件上传/下载耗时，**是指从用户端发起连接请求至上传/下载完成指定大小文件的所用时间。
- **上传/下载速率，**是指用户与远端服务器建立连接后，在规定统计时间内上传/下载的数据总量与统计时间之比，其单位为 Mbps。也可用主流测速软件完成此指标的评测。

视频业务：

视频业务大致可分为点播和直播视频两类。考虑到点播视频能够在网络质量好的环境下提前加载缓存，建议评测时选用直播视频。其中与用户体验相关的关键指标包括：

- **视频播放成功率，**是指视频连接成功建立并持续播放规定时长的概率。
- **首帧响应时间，**是指从用户发起视频播放请求到评测终端首次出现视频影像的等待时间。

- **卡顿次数**，是指在规定时间内，视频播放过程中出现的卡顿等待缓冲的次数。
- **视频播放质量**，一般用 VMoS 值表示，反映视频播放过程中用户的直观感受，是视频清晰度、卡顿、分辨率、抖动延时等因素的综合度量，相关评估算法推荐参考 ITU-T J.341。通常 5 分代表理想状态，1 分代表质量恶化到难以忍受。

其他典型业务应用：

移动互联网业务层出不穷，渗透到用户生活的方方面面。例如，即时通信类应用（国内的微信、国外的 WhatsApp）、在线游戏（王者荣耀、和平精英）等对操作响应速度、卡顿、延时等指标比较敏感。未来 5G 的各类典型应用场景也对评测指标提出了新的要求，例如海量并发连接数、高可靠性、低时延等关键性能指标。评测体系需要根据实际网络环境和用户使用习惯的改变不断做出相应调整。

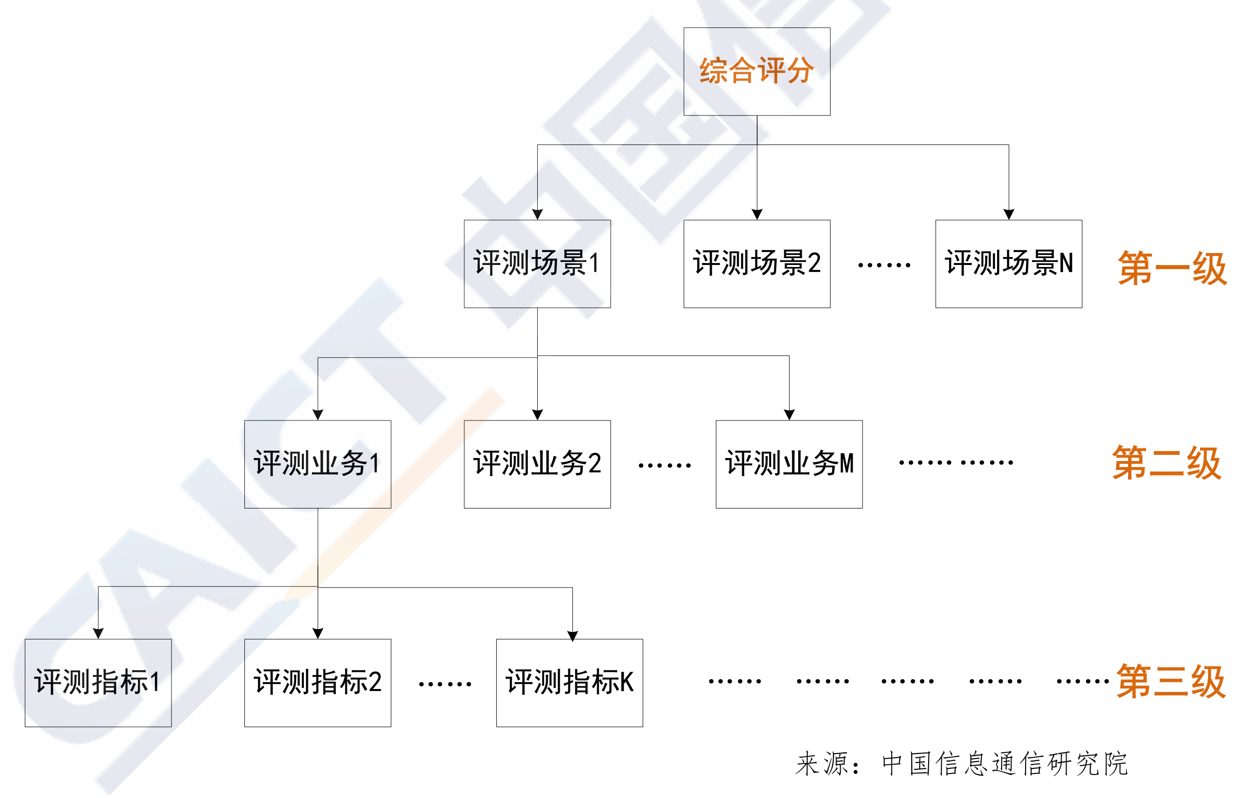
（三）评测数据的加权合成模型

通常对上述各指标评测数据的统计采用平均值的方式，但平均值会掩盖测试样本中“好点”和“坏点”两类典型数据，在某些情况下不利于分析对比和故障排查，此时亦可根据需要选用概率累积分布图中 90%或 10%位置的样本值。

各指标的原始评测数据其单位各不相同，有百分比、MoS 值、时间单位（ms）、速率单位（Mbps）等。在进行加权合成和综合评分前，需要分别建立映射函数，将各项指标的测试结果转化为统一尺度下的分值，一般是 5 分制或百分制。映射函数可以是线性函数，也可以是

非线性函数或分段映射函数，需要结合评测指标自身特性和评测需求进行合理选择。

进一步，需要对各项统计数据进行加权合成，以得到网络质量的整体评分结果。权值的设置直接影响到最终的综合评分，需要结合实际慎重考虑。可参照下图的方式，建立评测场景、评测业务、评测指标的三级加权体系。在某些情况下，需要综合评测特定场景下多网络（例如不同电信运营商、移动网络和 WIFI）的整体网络质量，此时可在第一级和第二级间添加一级网络加权。



来源：中国信息通信研究院

图 2　　评测数据分级加权示意图

1） **根据评测场景划分第一级权值。**对于网络质量的整体评测首先需要划分不同场景，不同场景下用户使用习惯不同，相应

的评测业务及其权值也会不同。例如对一个国家整体网络质量的评测可分为中心城市、一般规模城市、乡村、道路，并为每个场景设计不同的评测方案；即使小到对某个具体场馆的评测，也可依据其功能区域划分不同评测场景。

2）**根据评测业务划分第二级权值。**根据当前场景下用户的使用习惯合理配置不同的业务占比。例如对于城市中心区域和乡村两个场景，前者的数据业务占比应适当高于后者。

3）**根据评测指标划分第三级权值。**不同的评测业务背后由各项关键评测指标来支撑，例如话音业务，其评测指标包括掉话率、接通率、等待时间、话音质量等。为推广普及 VoLTE 对话音质量的提升，可适当提高话音质量的权值占比。

将各评测指标的单项得分按照图 2 中的三级体系自下而上逐级加权，最终即可得到反映整体网络质量的综合得分。

CAICT 中国信通院

三、基于用户体验的移动网络质量专项评测

按照工信部、国资委《关于开展深入推进宽带网络提速降费 支撑经济高质量发展2019专项行动的通知》（工信部联通信〔2019〕94号）部署要求，切实推动移动网络质量提升，不断改善用户体验，中国信息通信研究院泰尔实验室于 2019 年组织专业评测团队共历时 5 个月，在全国范围内开展了基于用户体验的移动网络质量专项评测。

本次评测与以往相比，着重从用户真实体验角度出发，评测指标选择用户日常的话音、数据和视频业务，对群众日常接触密切和普遍关心的四类典型场景（全国十大高铁站、北京市十大高校、上海市十大地铁线路、广州市十大医院）进行现场评测。评测结果以反映该场景移动网络质量的总体情况为目的，对移动、联通、电信三家运营商的评测结果综合后进行整体打分，并以此为依据对每个场景下的十名个体进行比对排名。部分排名结果已于 2019 年 11 月在中国国际通信展对外公布，收到了良好的社会反响。

总体来看，各重点场景 4G 网络质量较好，VoLTE 网络覆盖逐步完善，话音质量清晰；数据下载和上传速率分别总体稳定在30-60Mbps和 10-20Mbps 范围内，部分场景的下载速率可达到200Mbps；高清视频播放基本流畅，卡顿现象少有发生。但也存在个别场景和时段网络质量下降的情况。

（一）评测方案

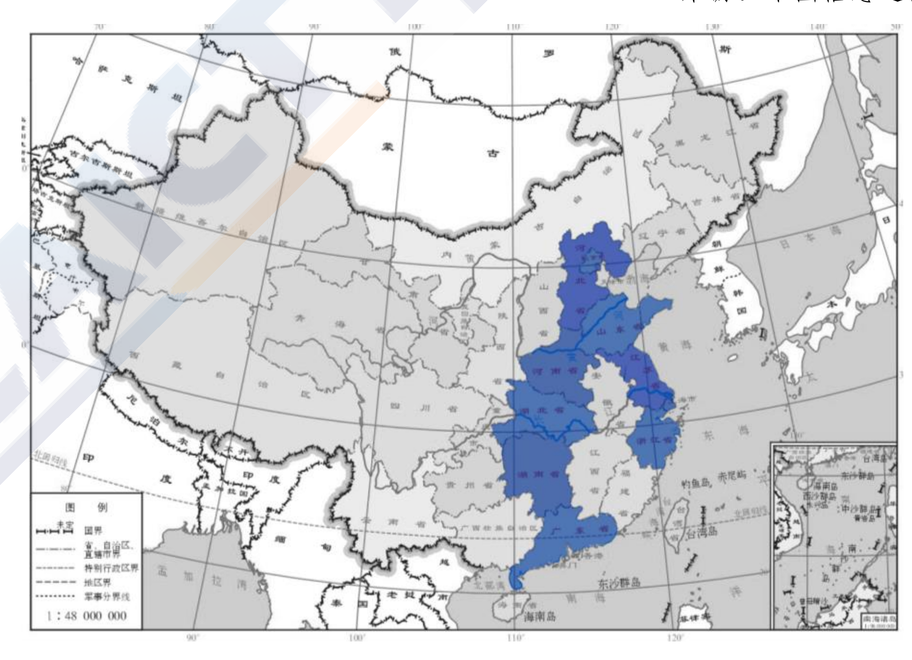
1. 评测场景

中国信息通信研究院与各省市通管局和电信运营商密切讨论，结合场景典型性和用户关注度，在全国范围内按照“1+3”模式挑选了四大典型场景——全国十大高铁站、北京市十大高校、上海市十大地铁线路、广州市十大医院。

表 1　全国十大高铁站测试名单

序号	评测高铁站	所属省份
1	广州南站	广州
2	上海虹桥站	上海
3	南京南站	江苏
4	杭州东站	浙江
5	长沙南站	湖南
6	北京西站	北京
7	武汉站	湖北
8	郑州东站	河南
9	济南西站	山东
10	石家庄站	河北

来源：中国信息通信研究院



来源：中国信息通信研究院

图 3　全国十大高铁站测试分布图

CAICT 中国信通院

在现场评测中，各高铁站挑选候车厅和出站通道两个典型细化场景。在最终的评分模型中，各细化场景的网络质量在该车站整体评分的占比为 1:1。现场评测时间尽量贴近人流量密集时段。

表 2　　北京市十大高校测试名单

序号	评测高校	序号	北京高校
1	清华大学	6	北京科技大学
2	北京大学	7	北京邮电大学
3	中国人民大学	8	北京外国语大学
4	北京航空航天大学（沙河校区）	9	北京工业大学
5	北京师范大学	10	北京交通大学

来源：中国信息通信研究院



来源：中国信息通信研究院

图 4　　北京市十大高校测试分布图

在现场评测中，各高校挑选教学楼、宿舍楼和食堂三个典型细化场景。在最终的评分模型中，各细化场景的网络质量在该高校整体评

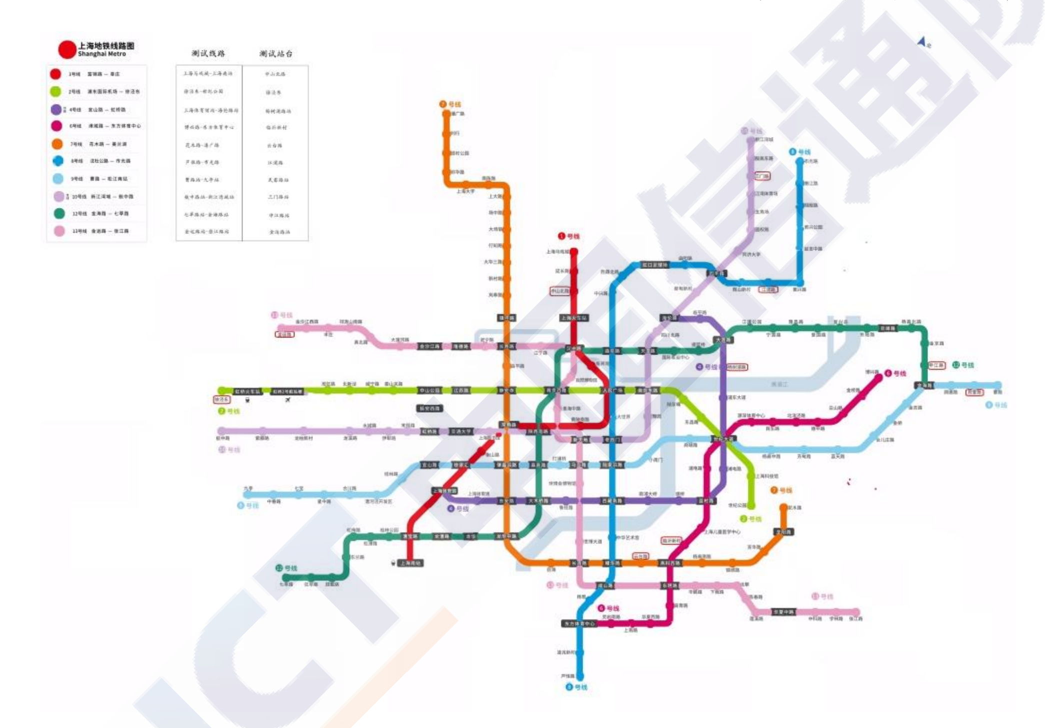
CAICT 中国信通院

分的占比为 1:1:1。

表 3　上海市十大地铁线路测试名单

序号	评测线路	序号	评测线路
1	1 号线	6	8 号线
2	2 号线	7	9 号线
3	4 号线	8	10 号线
4	6 号线	9	12 号线
5	7 号线	10	13 号线

来源：中国信息通信研究院



来源：中国信息通信研究院

图 5　上海市十大地铁线路测试分布图

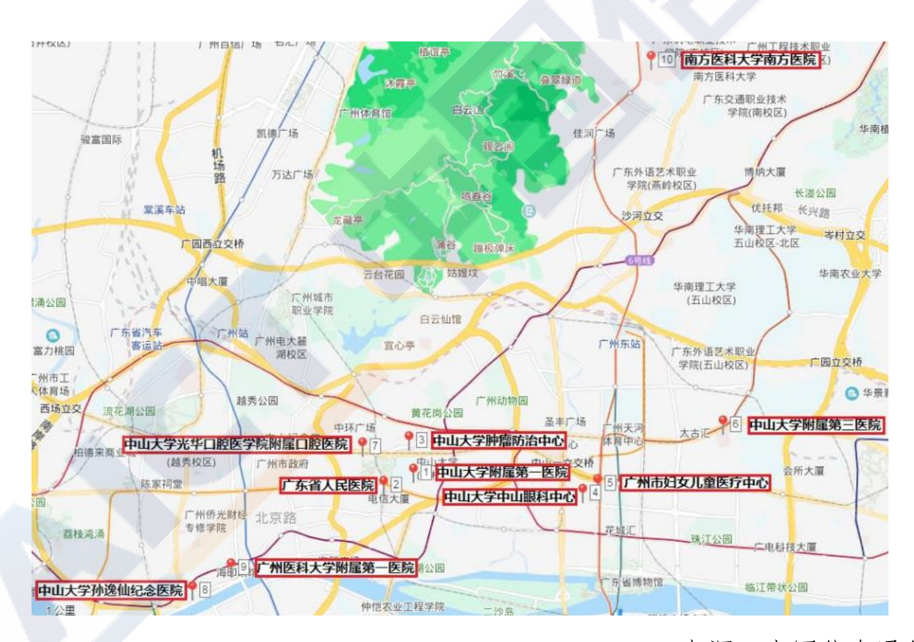
在现场评测中，各地铁线路挑选往返线路的地下部分和一个典型站台共两个细化场景。在最终的评分模型中，上述细化场景的网络质量在该地铁线路整体评分的占比为 7:3。

CAICT 中国信通院

表 4　广州市十大医院测试名单

序号	评测医院	序号	评测医院
1	中山大学附属第一医院	6	中山大学孙逸仙纪念医院
2	南方医科大学南方医院	7	中山大学中山眼科中心
3	广东省人民医院	8	中山大学附属第三医院
4	广州医科大学附属第一医院	9	广州市妇女儿童医疗中心
5	中山大学肿瘤防治中心	10	中山大学光华口腔医学院附属口腔医院

来源：中国信息通信研究院



来源：中国信息通信研究院

图 6　广州市十大医院测试分布图

在现场评测中，各医院挑选挂号缴费区、候诊区、急诊区三个细化场景。在最终的评分模型中，各细化场景的网络质量在该医院整体评分的占比为 1:1:1。

CAICT 中国信通院

2. 评测指标

围绕移动终端用户日常使用习惯，从用户真实体验出发，在与各电信运营商充分讨论基础上，本次评测从话音、数据和视频业务中挑选出四项典型指标。

表 5　移动网络质量专项评测指标

序号	业务范畴	评测指标
1	话音业务	话音质量
2	数据业务	数据下载速率
3	数据业务	数据上传速率
4	视频业务	视频质量

来源：中国信息通信研究院

话音质量：基于 ITU-T P.863 标准中的 POLQA 算法，该算法根据实际通话质量给出 MoS 值打分，能够更好的体现 VoLTE 技术对话音质量的提升。在现场评测中，为每家电信运营商分别配置两部高性能测试终端以进行真实通话测试，同时综合考虑接通率和掉话率等其他因素。

数据下载和上传速率：考虑到数据业务是移动用户日常最主流的应用，且上行需求日益增多，因此分别评测下载和上传速率，提高数据业务在评分中占比。现场评测选用国际上通用的 Speedtest 软件，根据不同场景和电信运营商自动配置最优服务器。

视频播放质量：基于 ITU-T J.341 标准中的视频评估算法，能够综合考虑播放流畅度、清晰度、分辨率、卡顿、丢帧等多种因素给出综合的 VMoS 评分。考虑到非直播类视频在网络好的环境下会提前加

CAICT 中国信通院

载缓存，不利于反映真实的网络质量，在现场评测时视频源选用央视高清同步视频直播。

3. 评分模型

本次评测以反映所在场景真实网络质量为目的，评测结果是该场景网络质量的综合评分，不体现各运营商间的差异化对比。

为此，在上述四项评测指标基础上，针对每个典型场景（高铁站、高校、地铁线路、医院）建立三级加权体系：

1） 每个场景下各细化场景占比为第一级权值，要求$\sum P_i = 1$。按照上文所述，本次评测中除上海地铁线路（两细化场景：往返线路和典型站台的权值占比为 7：3）外，其余场景下各细化场景的占比均为等比例。

2） 各运营商网络占比为第二级权值，要求$\sum Q_j = 1$。以三大电信运营商各自用户数为依据，移动、联通和电信的权值占比为 2:1:1。

3） 各评测指标占比为第三级权值，要求$\sum W_k = 1$。本次评测综合考虑话音质量、数据上传速率、数据下载速率和视频播放质量四项评测指标。考虑到其均为用户典型应用，同时数据业务在日常生活中的比重日益增多，四项评测指标占比为等比例，即相当于数据业务占据了一半的比例。

CAICT 中国信通院

表 6　评分模型的三级加权

细化场景	第一级权值	运营商	第二级权值	评测指标	第三级权值	业务评分
细化场景 1	P_1	运营商 1	Q_1	话音质量	W_1	V_1
				数据上传速率	W_2	V_2
				数据下载速率	W_3	V_3
				视频播放质量	W_4	V_4
		运营商 2	Q_2	--		
		运营商 3	Q_3	--		
……						
细化场景 i	P_i	--				

来源：中国信息通信研究院

按照上述三级加权体系对测试数据进行综合加权，即可得到该具体场景的综合得分：

$$Score=\sum P_i(\sum Q_j(\sum W_k V_k))$$

其中 V_k 为对应测试项的统计平均值按照函数映射后给出的单项评分。

（二）现场测试

中国信息通信研究院泰尔实验室组织五人专业测试团队开展本次专项评测，现场测试及后期数据处理共计 50 余工作日，途径 10 个省市，有效数据样本共计约 25 万组（其中话音业务约 12 万余组，数据业务和视频业务各约 6 万余组）。

CAICT 中国信通院

本次评测设备选用 2 套 Rohde & Schwarz 公司生产的 Free Rider 外场测试背包。每套背包搭载 6 台高性能测试终端（三家电信运营商各分配两台）和 1 台平板电脑。测试人员通过平板电脑配置测试任务并下发指令控制终端开展业务测试，以保证各终端测试状态的同时同步，确保数据的真实有效和公平公正。在现场测试过程中，两套测试背包同步工作，其中一套专门用于话音业务测试，每家运营商对应的 2 台测试终端同步互拨，一台终端在播放参考语音的同时，相应另一台终端将接收到的语音信号进行后台数据分析并对话音质量给出评分结果；另一套测试背包用于数据业务和视频业务测试，每项业务各分配 3 台测试终端以对应三家运营商，考虑到数据业务和视频业务会共同占用带宽资源，在实际测试过程中数据业务和视频业务的测试交替进行。

此外，本次评测不区分运营商的网络制式，资费套餐选用当地运营商面向公众的最佳性能套餐，并在运营商的协助下后台取消了流量封顶后的限速设置，从而更加真实地体现评测场景的移动网络质量。

（三）评测结果

本次评测共涵盖全国十大高铁站、北京市十大高校、上海市十大地铁线路和广州市十大医院四个典型场景，对每个典型场景下的十名个体的评测结果进行分类整理和排名。其中，全国十大高铁站和北京市十大高校两个场景网络质量的比对排名已于 2019 年 11 月在中国国际通信展对外发布。下面将对全部四个场景的网络质量综合排名进行分别展示。

在本次评分模型中，四项评测指标——话音质量、数据下载速率、数据上传速率和视频播放质量的单项得分均定为 5 分制，故满分为 20 分（由于现场评测日程紧张，北京市十大高校未评测视频播放质量，该场景的评测满分应为 15 分）。对于每项评测指标，将各场景下个体最优结果定为满分 5 分，其余个体的得分在 0-5 分内进行线性折合。

四大场景的综合得分及排名结果详见下表：

表 7　全国十大高铁站网络质量综合排名

评测高铁站	评测指标（5 分制）				综合得分	综合排名
	话音	数据下载	数据上传	视频		
济南西站	4.23	4.87	4.64	4.93	18.67	1
广州南站	4.54	5.00	3.64	5.00	18.19	2
杭州东站	4.60	2.38	5.00	4.92	16.89	3
南京南站	5.00	2.70	3.45	4.90	16.06	4
郑州东站	5.00	1.77	2.98	4.60	14.35	5
上海虹桥站	4.02	2.17	3.21	4.75	14.15	6
北京西站	4.15	2.41	2.33	4.40	13.30	7
长沙南站	4.65	1.35	2.47	4.46	12.93	8
石家庄站	4.88	1.54	1.62	4.52	12.56	9
武汉站	3.77	1.67	2.12	4.72	12.27	10

来源：中国信息通信研究院

在全国十大高铁站网络质量的综合排名对比中，济南西站网络质量整体排名第一，此外广州南站在评测中的表现也比较突出；长沙南站、石家庄站和武汉站的网络质量尚需进一步优化。

相比于其他测试场景，高铁站分布地域面积广，分布在全国十个省市，其网络质量的对比更具有代表性，差异化也比较显著。各车站

建成时间跨度较大，新建车站的网络质量总体优于老车站，这也反映了建设规划的重要性，新车站往往在规划阶段就统筹考虑了网络覆盖和相应的室分系统布局。本次评测数据下载速率的整体最优结果也出现在车站场景，部分运营商在广州南站和济南西站的平均下载速率均可达 200Mbps 以上。此外，个别运营商在某些车站的 VoLTE 网络覆盖尚待完善，通话过程中 4G 转向 3G 的网间切换优化不到位，存在掉话现象。

表 8　北京市十大高校网络质量综合排名

评测高校	评测指标（5 分制）			综合得分	综合排名
	话音	数据下载	数据上传		
北京邮电大学	4.66	5.00	4.07	13.73	1
北京航空航天大学（沙河校区）	4.97	3.68	5.00	13.65	2
北京大学	4.95	4.39	3.95	13.29	3
清华大学	5.00	4.06	4.08	13.14	4
北京师范大学	4.87	3.66	4.38	12.91	5
北京外国语大学	4.93	3.03	4.38	12.34	6
北京交通大学	4.61	3.41	3.42	11.44	7
中国人民大学	4.58	2.58	2.20	9.36	8
北京科技大学	4.46	2.33	2.42	9.20	9
北京工业大学	4.92	2.49	1.65	9.07	10

来源：中国信息通信研究院

在北京市十大高校网络质量的综合排名对比中，北京邮电大学网络质量整体排名第一，此外北京航空航天大学（沙河校区）、北京大学、清华大学在评测中的表现也比较突出；中国人民大学、北京科技大学和北京工业大学的网络质量尚需进一步优化。

整体而言，北京高校的话音业务评测结果令人满意，VoLTE 通话质量清晰，用户体验较好；但数据业务的差异化较大，尤其是上行速率。在三个细化场景（教学楼、食堂、宿舍）的对比中，宿舍的网络质量明显优于另两个细化场景，分析认为宿舍是学生的休息场所，学生反馈度较高，促进校方和运营商加大网络建设，而且宿舍普遍使用 WiFi 接入，进一步减轻了基站负载。

表 9　上海市十大地铁线路网络质量综合排名

评测线路	评测指标（5 分制）				综合得分	综合排名
	话音	数据下载	数据上传	视频		
12 号线	4.85	4.22	5.00	4.93	19.00	1
13 号线	5.00	4.90	3.63	5.00	18.53	2
2 号线	4.63	4.95	3.94	4.92	18.43	3
9 号线	4.61	5.00	2.56	4.88	17.06	4
7 号线	4.67	3.86	3.47	4.90	16.89	5
1 号线	4.60	4.28	3.09	4.72	16.68	6
10 号线	4.97	3.37	3.26	4.99	16.59	7
6 号线	4.74	3.50	3.38	4.93	16.56	8
8 号线	4.81	3.39	2.98	4.99	16.17	9
4 号线	4.52	2.88	2.52	4.30	14.22	10

来源：中国信息通信研究院

在上海市十大地铁线路网络质量的综合排名对比中，地铁 12 号线网络质量整体排名第一，此外，13 号线和 2 号线在评测中的表现也比较突出，4 号线的网络质量位居末位。

相比于其他测试场景，地铁线路环境复杂，地下隧道内需要依靠漏缆进行网络覆盖，施工难度较大。在细化场景的数据对比中，站台的网络质量也普遍优于行驶路线。本次上海地铁网络质量评测的整体

结果令人满意，话音、数据和视频业务能够基本满足用户需求。但是仍有个别运营商在某些地铁沿线覆盖不到位，甚至存在 4G 信号盲区，掉话现象时有发生。

表 10　广州市十大医院网络质量综合排名

评测医院	评测指标（5 分制）				综合得分	综合排名
	话音	数据下载	数据上传	视频		
中山大学中山眼科中心	5.00	5.00	5.00	3.50	18.50	1
广州医科大学附属第一医院	4.58	2.68	4.82	5.00	17.08	2
中山大学光华口腔医学院附属口腔医院	4.65	3.61	4.05	4.27	16.58	3
南方医科大学南方医院	4.75	2.28	4.99	3.92	15.93	4
广东省人民医院	4.75	2.52	4.23	4.05	15.55	5
中山大学孙逸仙纪念医院	4.48	1.91	3.71	4.75	14.85	6
中山大学肿瘤防治中心	4.42	1.64	3.31	4.92	14.29	7
中山大学附属第三医院	4.29	2.71	3.74	3.17	13.91	8
中山大学附属第一医院	4.61	2.27	2.40	4.12	13.39	9
广州市妇女儿童医疗中心	3.48	1.78	2.24	1.63	9.12	10

来源：中国信息通信研究院

在广州市十大医院网络质量的综合排名对比中，中山大学中山眼科中心网络质量整体排名第一，广州市妇女儿童医疗中心的网络质量

位居末位。

各医院间网络质量差异化较为明显，部分医院在现场评测时发现缺少室内分布系统，仅依赖微弱的外部宏站信号维持通信。此外，在个别场景中存在数据业务和视频业务评测结果相背离的现象，即数据上传和下载速率均正常，但视频却无法正常加载。

（四）评测数据分析

本节首先从不同业务角度在整体上对全国十大高铁站、北京市十大高校、上海市十大地铁线路和广州市十大医院这四大重点场景的评测结果进行场景间的横向对比，再对其中突出暴露的共性问题进行原因剖析。

1. 场景间横向对比

1） **话音业务角度**。四个场景中，话音业务整体表现最好的是北京高校，三家运营商的 VoLTE 网络基本能够达到全面覆盖，通话质量清晰，用户体验令人满意。全国高铁站和广州医院两个场景的个体差异大。全国高铁站话音质量差距大的主要原因在于个别运营商在部分车站的 VoLTE 网络覆盖不足，4G/3G 间的网间切换需要进一步优化。广州医院的主要问题在于进场难，室分系统不足。考虑到上海地铁复杂的地下环境给网络优化带来的实际困难，该场景的整体话音质量表现尚可。

2）**数据业务角度**。数据业务涵盖数据下载和上传两项指标，是本次评测的重点。其中，数据下载速率整体稳定在 30Mbps – 60Mbps，上传速率整体稳定在 10Mbps – 20Mbps。上海地铁和北京高校两个场景整体表现稳定。全国高铁站和广州医院两个场景的个体差异大，部分个体评测结果突出，但也有部分个体的速率远低于平均水准。主要原因在于部分个体存在进场难问题，导致室分系统老化甚至缺乏室分系统。同时，各地对能显著提升网络容量的各项新技术（如载波聚合、MIMO 等）的推广程度不同。此外，还存在数据上传速率远低于下载速率，上下行资源配比不合理的问题。

3）**视频业务角度**。随着运营商提速降费的逐步推进，通过移动网络用手机浏览在线视频已成为用户日常消遣的重要途径。四个场景中，视频业务整体表现最好的是上海地铁，基本能够全程实现高清直播视频的流畅播放。全国高铁站除个别车站外表现尚可。广州的个别医院视频播放体验较差，无法加载、卡顿现象时有发生。

2. 原因剖析

整体而言，本次评测的四大重点场景网络质量较好，用户体验满意度较高，但仍存在个别场景和时段网络质量下降的情况。下面对其中存在的一些共性原因进行分析：

1）**从网络日常优化和维护角度，电信企业在部分场所存在进场难问题**。由于建筑物墙体的遮挡损耗，室内场所的移动网络

质量主要依靠专门铺设的室内无线分布系统，而电信运营商在部分场所的网络优化施工会遇到业主方的阻力。在部分高铁站的候车大厅、北京高校的教学楼、广州市医院的门诊大楼等场景此问题尤其突出，部分建筑物内室内分布系统陈旧老化，个别甚至在整个评测过程中尚未发现有室分系统铺设，移动通信仅依赖微弱的外部宏站信号勉强维持。后续需各场景业主方积极配合电信运营商，共同营造便捷优质的移动网络环境。

2) **从技术角度，新技术新频段的应用尚待普及。**在网络资源有限的情况下，新技术的普及能够显著提升用户的网络体验。例如 VoLTE 技术能够增强话音质量，提升用户的通话体验；载波聚合、MIMO 技术（Multi-Input Multi-Output）能够整合频谱和空间资源，提升移动网络容量。本次评测还发现部分场景的数据上行速率远低于下行速率，随着用户对上行带宽的需求日益增多（如云存储、视频聊天、抖音直播等），建议合理优化上下行资源配比。同时对于中国移动而言，新授权频段 FDD-LTE band3 能够显著缓解 TDD 制式上行带宽资源不足的问题，建议作为补充频段尽快普及应用。

3) **从用户数量角度，移动网络受用户聚集程度影响比较显著。**近年来，4G 用户数量和用户对网络带宽能力的需求剧增，网络资源由基站覆盖范围内的所有用户共享，本次评测的四个场景在时段上均存在典型的忙时/闲时划分，忙时的用户高聚

集度导致基站负载能力不足，进而造成个体网络体验的下降。例如用餐高峰期的高校学生食堂、早晚上下班高峰期的地铁线路，实测网络质量普遍低于非繁忙时刻。建议电信运营商根据实际需求对现有网络系统进行升级扩容。



四、后续政策建议

国内 4G 用户总数已逼近 13 亿大关，移动网络已渗透到日常生活的方方面面，人们对网络质量及用户体验的要求越来越高。车联网、工业互联网、物联网等新技术的普及应用更是以优质可靠的网络质量为前提。可以说，移动网络已成为经济和社会发展的重要推动力，需要保障其网络质量稳定高效。

为此，结合本次专项评测所反映的问题，中国信息通信研究院有如下几点建议：

1）**各相关方共同关注并推动解决通信建设中的进场难问题。**进场建设是提升部分场景通信服务质量的关键，尽管《宽带中国战略》（国发〔2013〕31 号）和《提速降费指导意见》（国办发〔2015〕41 号）等文件已经明确了电信基础设施的国家战略性公共基础设施地位，但目前通信建设中进场难依然亟待解决。为此，呼吁地方政府、重点场所业主等各相关方深入贯彻习近平总书记加快 5G 新基建指示精神，落实《中华人民共和国电信条例》、《优化营商条例》等有关要求，共同推进解决通信建设进场难问题，创造优良的通信设施建设环境，支持电信运营商不断改善网络质量。

2）**逐步建立全国范围的网络质量监测平台。**力争做到对重点热点地区网络质量的实时监测及应急响应，发现问题及时解决。同时，对平台运营过程中积累的历史数据进行大数据分析，把控网络质量整体动向。

3） **加强对电信运营商监管，网络质量专项评测定期化、常态化。** 在做好对电信运营商日常监管和指导的基础上，从用户真实体验角度，针对人民群众普遍关注、反映集中的重点区域定期开展 4G 和 5G 网络相结合的网络质量专项评测，在过程中不断丰富完善评测指标。督促电信运营商持续提升用户体验。

4） **建立专门的网络质量数据发布渠道。** 无论是专项评测还是监测平台的日常数据，能够做到定期面向群众公开发布，并组织相关专家进行专业解读。

5） **完善基于用户体验的网络质量评测体系。** 在借鉴国外成熟经验的基础上，结合国内移动网络发展和用户使用习惯，加紧完善相关标准体系的制订。目前，中国信息通信研究院已在中国通信标准化协会立项，积极开展相关研究工作，欢迎各方专家共同参与。

CAICT 中国信通院

附录一：基于用户体验的移动网络质量评测发展现状

（一）国外发展现状

从行业角度：目前国际上有多家专业移动网络质量评测机构，比较知名的有欧洲的 P3 Communication，以及 IHS Market 旗下 RootMetrics。两者的主营业务类似，均专注于开展在业内称之为公共基准比对评测（Public Benchmark）业务，该项评测从用户日常业务体验出发，制定完善的评测用例和评测方案，结合不同业务场景，定期对某个国家或地区范围内多家电信运营商的移动网络质量进行综合评分和比对排名。以 P3 为例，其与欧洲最权威的电信和 IT 杂志 Connect 建立战略合作关系，将评测排名结果定期在该杂志面向公众发布，并以此收集用户反馈信息，根据用户使用习惯的改变每年更改评测方案。由于其巨大的影响力，国外电信运营商对 P3 的排名结果高度重视，将其作为年度绩效考核的重要指标。这一排名也成为了电信运营商不断进行网络优化、提升服务质量的驱动力。目前，P3 的移动网络质量评测业务已涵盖欧洲、大洋洲、北美和东南亚的多个国家和地区，由于政策和体制的不同，其业务尚未推广到中国。

从标准化角度：国际上积极开展基于用户体验的网络质量评测相关标准化工作。国际电联电信标准化部门（ITU-T）的主要研究工作归口于 SG12 研究组（性能、服务质量（QoS）和体验质量（QoE）），相关标准中介绍了典型业务评测指标和评测方法；欧洲电信标准化协会（ETSI）发布的 ETSI TR 103 559 V1.1.1（2019-08）《Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Best practices for robust

network QoS benchmark testing and scoring》技术报告中介绍了网络质量基准比对评测和综合评分的相关研究内容。

（二）国内发展现状

从行业角度：当前网络质量评测主要由电信运营商在自身网络维护优化过程中从网络侧开展，无法完全反映用户的真实业务感受。随着对用户体验的关注度日益提高，各运营商也在积极探索用户侧的移动网络质量评测方案，但尚未成型。2017 年上海市政府牵头，以用户话音和数据业务为主要手段对市内各重点场所的移动网络质量进行了初步评估并发布《上海市移动通信用户感知度测评报告》，取得了不错的示范效果。2019 年下半年，为切实推动移动网络质量提升，不断改善用户体验，中国信息通信研究院受工业和信息化部信息通信发展司委托，首次在全国范围内开展基于用户体验的移动网络质量专项评测，评测共涵盖四大场景：全国十大高铁站、北京市十大高校、上海市十大地铁线路和广州市十大医院，部分评测结果于 2019 年 11 月在中国国际通信展对外发布，社会反响强烈。本白皮书将对本次专项评测的具体情况进行详细阐述。

从标准化角度：国内研究在借鉴国外先进经验的同时，需结合国内移动用户使用习惯，建立符合我国通信行业发展需要的网络质量评测体系。从用户体验角度针对网络质量整体评测体系的研究，国内尚未正式出台相关行业标准。但对于评测体系中涉及的某些具体业务及评测方法，已有相关行业标准可供参考，例如 YD/T 2892-2015《宽带速率测试方法 移动用户体验》、YD/T 3341-2018《宽带互联网业务

体验网络评分计算方法 网页/视频/测速业务》。目前，中国信息通信研究院已在中国通信标准化协会立项《基于用户体验的移动网络质量评估指标要求及测试方法》标准，积极开展评测体系的标准化研究工作。




CAICT 中国信通院

CAICT 中国信通院

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-68094140

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

